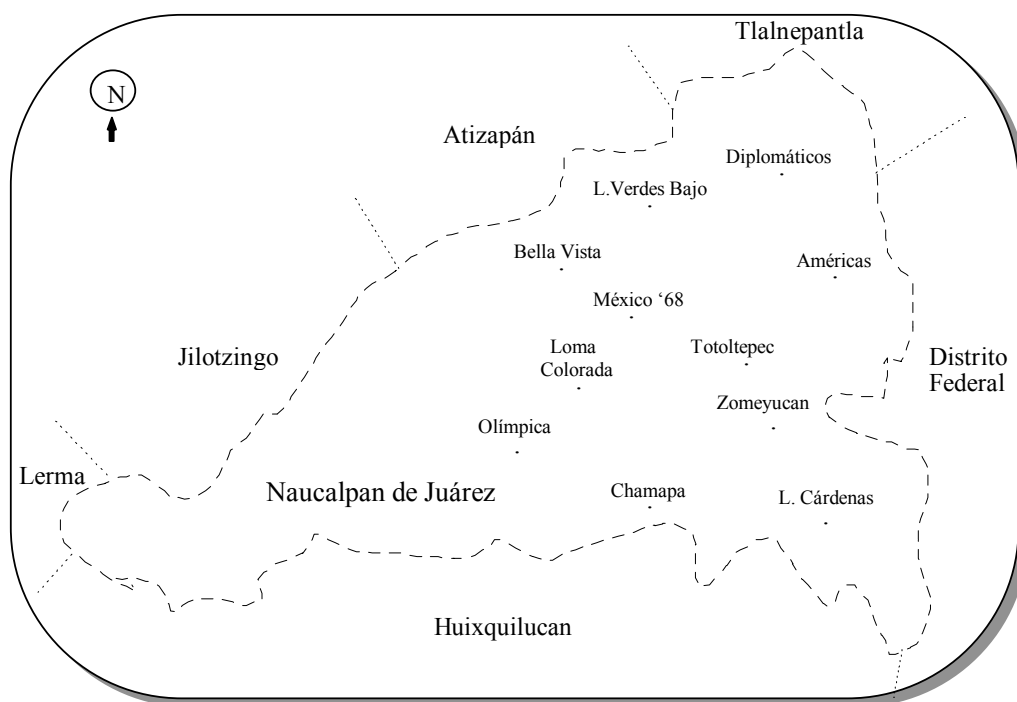


## CAPÍTULO II

### DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 2.1 Área de influencia del O.A.P.A.S.

O.A.P.A.S. es el organismo operador del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México. Presta servicio a una población de 1.18 millones de habitantes, distribuidos en 221 colonias. Su área de influencia se puede observar en la figura 2.1.



**Figura 2.1** Municipio de Naucalpan de Juárez

#### 2.2 Oferta de agua potable

El suministro de agua potable está compuesto por ocho sectores independientes, cada uno de los cuales abastece a un grupo determinado de colonias del municipio. La producción total alcanzó en 1995, 98.08 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales 80.3 millones de m<sup>3</sup> (81.9 %) corresponden a agua en bloque comprada a la CNA y 17.7 millones de m<sup>3</sup> (18.1 %) se obtuvieron de fuentes propias (pozos y manantial).

De los 8 sectores productivos señalados, en este estudio sólo serán relevantes los sectores II, IV y VII, por lo que en el desarrollo del mismo sólo se hará referencia a dichos sectores.

### 2.2.1 Sector II

El sector II está compuesto por los Sistemas Chamapa y Olímpica, cada uno de los cuales se organiza en torno al tanque de regulación respectivo.

Las capacidades y condiciones actuales de operación de cada uno de los sistemas son las siguientes:

#### a) Sistema Chamapa

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema Chamapa está constituida por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1** Área de influencia del Sistema Chamapa

Colonias	Población	N° de tomas
Isidro Fabela	350	47
Valle Dorado	30,758	4,732
Lomas del Cadete	9,208	1,228
Plan de Ayala	11,934	1,591
Las Manchas I, II y III	14,522	1,936
Las Colonias y ampliaciones	2,537	338
Minas Palacio y el Coyote	14,121	1,883
Alfredo del Mazo	3,857	514
La Tolve	5,373	716
Izcalli Chamapa	17,234	2,298
Benito Juárez	15,674	2,090
Mártires del Río Blanco	9,390	1,252
San José de los Leones I, II y III	17,796	2,373
Altamira	7,866	1,049
<b>Total</b>	<b>160,621</b>	<b>22,047</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

De los antecedentes expuestos se concluye que el área de influencia del Sistema Chamapa abarca el 56% del Sector II, en términos de número de tomas.

- Oferta de agua

El Sistema Chamapa se compone de un tanque de regulación con capacidad de 4,100 m<sup>3</sup>, tres fuentes de captación de agua y una red de distribución formada por 8 derivaciones. El abastecimiento del sistema proviene de dos fuentes pertenecientes a la CNA que proporcionan 471 lps de agua en bloque (se excluyen los 267 lps enviados al Sistema Olímpica) y una fuente propia que entrega 16 lps. El detalle del sistema se explica a continuación:

*Fuente 1 Captación Naucalpan*

El agua que alimenta este sistema proviene de Naucalpan Huixquilucan a través de un ducto de 30" de diámetro con una capacidad de conducción de 806 lps; en la actualidad ingresa un flujo de 642 lps, el cual alimenta las siguientes derivaciones:

- ♦ *Valle Dorado*: a través de un ducto de 20" de diámetro con una capacidad de conducción de 364 lps, actualmente se envían a los usuarios de esa zona 317 lps.
- ♦ *Izcalli Chamapa*: por medio de un ducto de 10" de diámetro con una capacidad de conducción de 87 lps, actualmente se envían 26 lps a los habitantes de esa zona.
- ♦ *Olímpica*: a través de un ducto de 24" de diámetro se envían 267 lps al tanque Olímpica, destinado a abastecer a dicho sistema.
- ♦ *Tanque las Manchas*: por medio de un ducto de 6" de diámetro y mediante bombeo se envían 32 lps al *Tanque Las Manchas*. Dicho tanque posee una capacidad de almacenamiento de 1,000 m<sup>3</sup>, abasteciendo a sus usuarios mediante un ducto de 6" de diámetro.

*Fuente 2 Captación línea B*

El agua que alimenta dicho sistema proviene del Macro Circuito Cutzamala a través de un ducto de 20" de diámetro con una capacidad de conducción de 393 lps. Los 96 lps que se reciben actualmente abastecen las siguientes derivaciones:

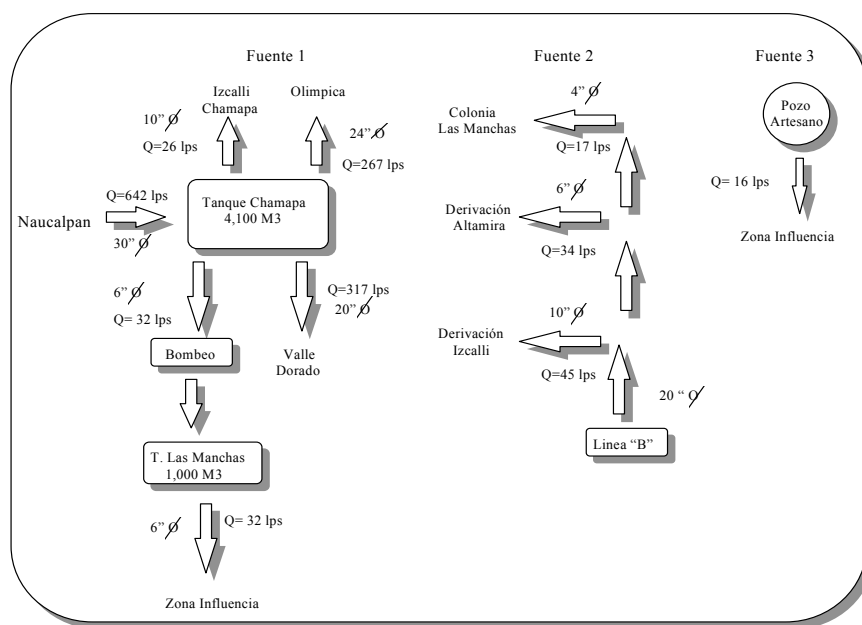
- ♦ *Izcalli Chamapa*: se alimenta mediante un ducto de 8" de diámetro con una capacidad de conducción de 139 lps, recibiendo actualmente 45 lps.

- ♦ **Las Manchas:** recibe agua por medio de un ducto de 4" de diámetro con una capacidad de conducción de 22 lps, siendo el flujo actual de 17 lps.
- ♦ **Altamira:** se abastece por medio de un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 49 lps, recibiendo actualmente 34 lps.

### Fuente 3 Pozo Artesano

De este pozo se extraen actualmente 16 lps disponiendo de una derivación propia.

En la figura 2.2 se presenta un esquema de los flujos de agua del Sistema Chamapa.



**Figura 2.2** Flujos de agua del Sistema Chamapa

### b) Sistema Olímpica

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema Olímpica está constituida por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el cuadro 2.2.

### Cuadro 2.2 Área de influencia del Sistema Olímpica

Colonias	Población	N° de tomas
Minas San Martín	754	116
Olímpica Radio	13,396	1,786
Ampliación Olímpica	3,372	519
La Presa	7,467	996
Los Cuartos I y II	12,713	1,956
Olimpiada 68	4,685	721
Santa Lilia	2,658	354
San Lorenzo Pueblo	24,176	3,719
Alfredo V. Bonfil y La Radio	8,684	1,336
Minas El Tecolote	2,730	420
San Agustín	10,351	1,380
San Rafael Chamapa Pueblo	28,161	3,755
Emiliano Zapata	3,819	587
<b>Total</b>	<b>122,964</b>	<b>17,645</b>

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

De los antecedentes expuestos se concluye que el área de influencia del Sistema Olímpica abarca el 44 % del Sector II, en términos de número de tomas.

- Oferta de agua

El Sistema Olímpica se compone de un tanque de regulación con capacidad de 3,000 m<sup>3</sup>, dos fuentes de abastecimiento y una red de distribución formada por 5 derivaciones. Los 271 lps de abastecimiento corresponden en su totalidad a agua en bloque adquirida a la CNA. El detalle del sistema se explica a continuación:

*Fuente 1 Tanque Chamapa*

Según se señaló, del *Tanque Chamapa* se envían actualmente 267 lps para alimentación de este sistema a través de un ducto de 24" con una capacidad de conducción de 364 lps. Esta agua abastece las siguientes derivaciones:

- ♦ *Tanque Loma Colorada*: a través de un ducto de 24" con una capacidad de conducción de 503 lps se envían 109 lps a *Tanque Loma Colorada* destinados al abastecimiento de dicho sistema.
- ♦ *Izcalli*: por medio de un ducto de 12" de diámetro con una capacidad de conducción de 235 lps, se envían 127 lps a los usuarios de esta derivación.

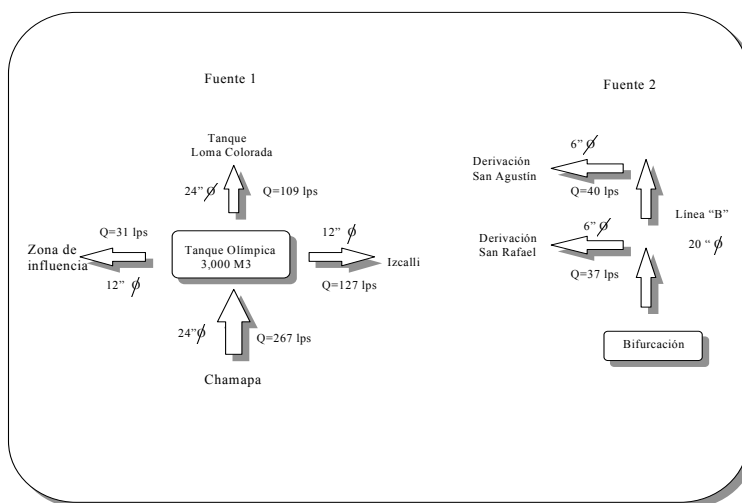
- ♦ **Zona de Influencia Tanque Chamapa:** a través de un ducto de 12" de diámetro con capacidad máxima de 150 lps se envían 31 lps al resto de los usuarios del área de influencia de esta fuente de agua.

### Fuente 2 Captación línea B

Los 77 lps obtenidos de esta fuente abastecen las siguientes derivaciones:

- ♦ **San Agustín:** por medio de un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 49 lps actualmente se envían 40 lps a los usuarios de esta derivación.
- ♦ **San Rafael:** a través de un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 42 lps, se envían actualmente 37 lps a los usuarios de esta derivación.

En la figura 2.3 se muestra los flujos de agua del Sistema Olímpica.



**Figura 2.3** Flujos de agua del Sistema Olímpica

### 2.2.2 Sector VII

Este sector está compuesto solamente por el Sistema Loma Colorada, el que se organiza en torno al tanque de regulación del mismo nombre, siendo sus capacidades y condiciones de operación las siguientes:

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema Loma Colorada está constituida por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3** Área de influencia del Sistema Loma Colorada

Colonias	Población	N° de tomas
Las Huertas I, II y III	28,936	4,452
Loma Colorada I y II	14,551	2,239
El Corralito y ampliaciones	3,262	502
Cuartos II	1,264	194
La Universal	3,256	501
La Rivera	3,282	505
Los Arcos	437	67
Los Remedios	7,795	1,039
Total	62,784	9,499

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

- Oferta de agua

Se compone de un tanque de regulación de 2,000 m<sup>3</sup>, de dos fuentes de abastecimiento de agua y la red de distribución que abastece a 4 derivaciones; los flujos de alimentación y entrega de agua del sistema los siguientes:

*Fuente 1 Tanque Olímpica*

Según se señaló, del *Tanque Olímpica* se envían actualmente 109 lps para alimentación de este sistema a través de un ducto de 24" con una capacidad de conducción de 503 lps. Esta agua tiene los siguientes destinos:

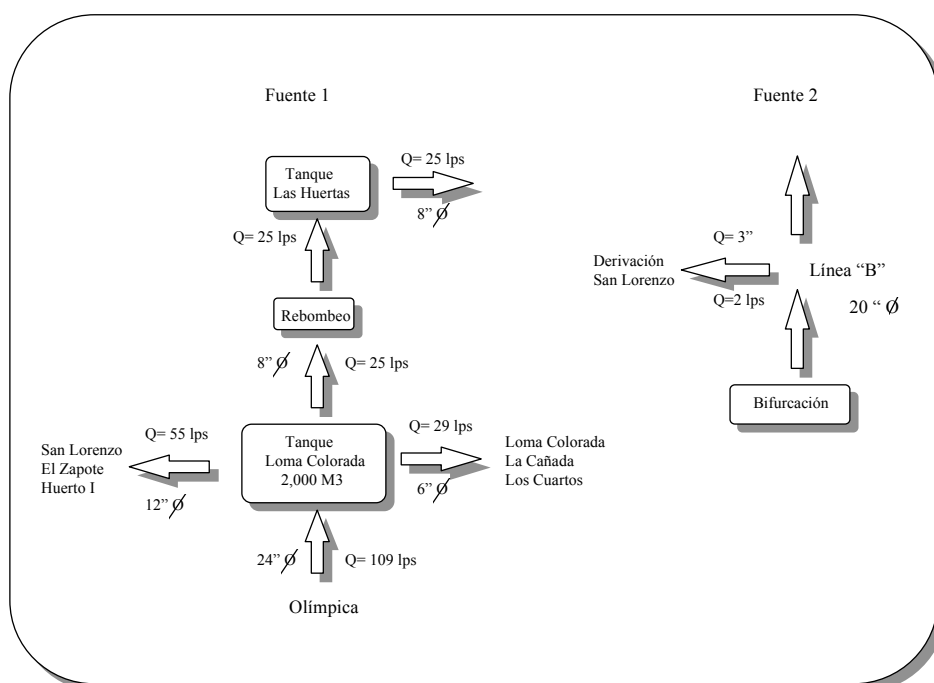
- ♦ *Tanque Las Huertas*: a través de un ducto de 8" con capacidad para 25 lps mediante bombeo se envían 25 lps al *Tanque Las Huertas*. Este tanque posee una capacidad de almacenamiento de 572 m<sup>3</sup>, enviando 25 lps por un ducto de 8" de diámetro a las colonias que integran el área de influencia del tanque.
- ♦ *San Lorenzo, El Zapote, Huerto I*: mediante un ducto de 12" de diámetro con una capacidad de conducción de 132 lps se envían actualmente 55 lps a los habitantes de esta zona.
- ♦ *Loma Colorada, La Cañada y Los Cuartos*: a través de un ducto de 6" de diámetro con capacidad máxima de 32.8 lps se envían 29 lps

a las colonias que integran la zona de influencia de esta derivación.

### Fuente 2 Captación línea B

De esta conducción se obtienen 2 lps destinados a abastecer a la derivación San Lorenzo, a través de un ducto de 3" de diámetro con capacidad máxima de 12 lps.

En la figura 2.4 se muestra los flujos de agua del Sistema Loma Colorada.



**Figura 2.4** Flujos de agua del Sistema Loma Colorada

### 2.2.3 Sector IV

El sector IV está compuesto por los Sistemas Totoltepec, México 68 y San Mateo. Las condiciones actuales de operación de cada uno de los sistemas son las siguientes:

a) Sistema Totoltepec

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema Totoltepec está constituida por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4** Área de influencia del Sistema Totoltepec

Colonias	Población	N° de tomas
Bosques de Moctezuma	1,927	296
San Juan Totoltepec	5,433	836
Vista del Valle sección Bosque	4,746	730
Vista Del Valle	2,996	461
Ciudad Brisas	4,491	691
Alcanfores	442	68
Izcalli del Bosque	1,038	160
Rinconada Las Fuentes	133	20
Total	21,204	3,262

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

De los antecedentes expuestos se concluye que el área de influencia del Sistema Totoltepec abarca el 28 % del Sector IV, en términos de número de tomas.

- Oferta de agua

Este sistema se compone de tres fuentes de abastecimiento de agua y una red de distribución de agua que abastece a 5 derivaciones. Actualmente se reciben 85 lps de agua en bloque, 21 lps de agua extraída de pozo propio y 4 lps de agua de manantial. Los flujos de alimentación y entrega de agua se detallan a continuación:

*Fuente 1 Captación línea B*

Los 85 lps obtenidos de esta fuente abastecen las siguientes derivaciones:

- ♦ *Totoltepec*: mediante un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 47 lps, se envían actualmente 33 lps a los usuarios de esta derivación.

- ♦ **Teléfonos:** mediante un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 46 lps, se envían actualmente 22 lps a los usuarios de esta derivación.
- ♦ **Paseos del Bosque:** mediante un ducto de 6" de diámetro con una capacidad de conducción de 46 lps, se envían actualmente 30 lps a los usuarios de esta derivación.

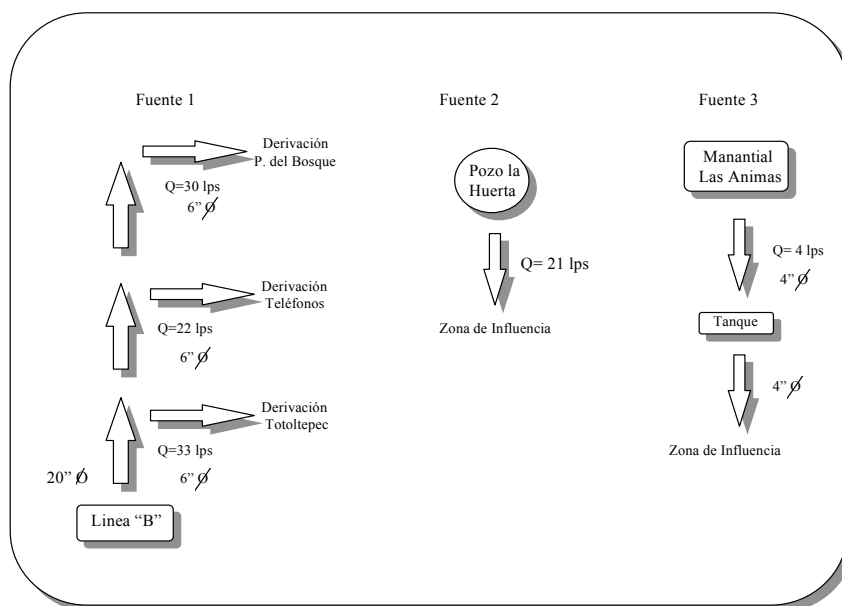
### *Fuente 2 Pozo La Huerta*

De esta fuente se extraen actualmente 21 lps para abastecer mediante derivación propia a los usuarios de la zona de influencia.

### *Fuente 3 Manantial las Ánimas*

Los 4 lps obtenidos de esta fuente se envían a través de un ducto de 4" al *Tanque Las Ánimas*, para alimentación de la derivación propia.

En la figura 2.5 se muestran los flujos de agua del *Sistema Totoltepec*.



**Figura 2.5** Flujos de agua del Sistema Totoltepec

b) Sistema México '68

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema México 68 está constituida por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el cuadro 2.5.

**Cuadro 2.5** Área de influencia del Sistema México 68

Colonias	Población	Nº de tomas
México 68	5,686	758
Izcalli San Mateo	812	125
Colinas de San Mateo	1,810	278
Lomas de San Mateo	10,813	1,664
Total	19,121	2,825

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

De los antecedentes expuestos se concluye que el área de influencia del Sistema México 68 abarca el 24 % del Sector IV, en términos de número de tomas.

- Oferta de agua

El Sistema está formado por un tanque de regulación de 1,000 m<sup>3</sup>, dos fuentes de abastecimiento de agua y la red de distribución que abastece a 3 derivaciones; los flujos de alimentación y entrega de agua del sistema los siguientes:

*Fuente 1 Captación línea B*

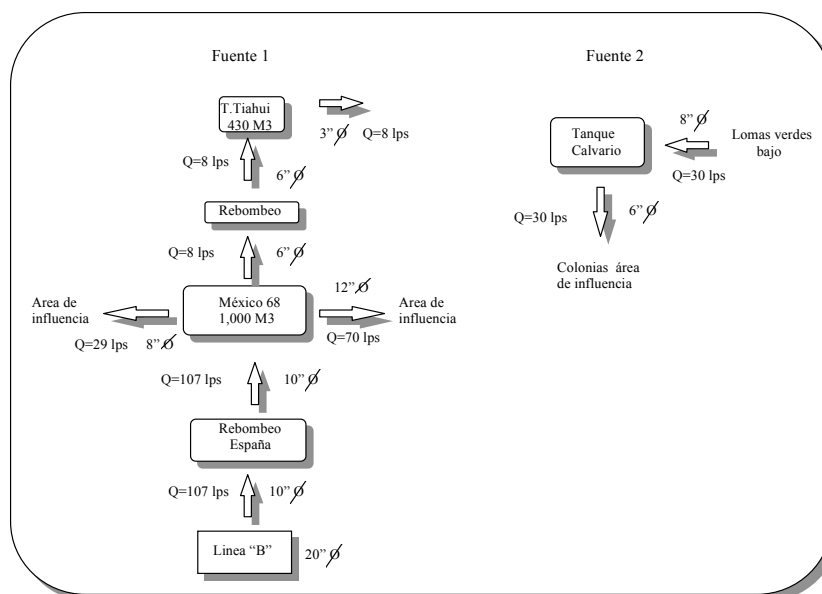
Los 107 lps obtenidos de esta fuente, a través de la *Estación de Bombeo España* son conducidos mediante un ducto de 10" de diámetro y capacidad de 116 lps al *Tanque México '68*, desde donde se abastecen las siguientes derivaciones:

- ♦ *Tanque Tiahui*: mediante un ducto de 6" de diámetro, con una capacidad de conducción de 32 lps, se envían 8 lps para abastecer el *Tanque Tiahui* de 430 m<sup>3</sup> de capacidad. A través de un ducto de 3" de diámetro se envía a los usuarios del área de influencia del tanque.
- ♦ *Derivaciones del Tanque México '68*: por medio de dos ductos de 12" de diámetro se conducen 29 lps y 70 lps respectivamente hacia los usuarios para cada derivación.

### Fuente 2 Lomas Verdes Bajo

De esta fuente se obtienen 30 lps que son conducidos, a través de un ducto de 8" de diámetro, hacia el *Tanque Calvario*, para alimentar a través de un ducto de 6" de diámetro a los usuarios de esta fuente.

En la figura 2.6 se muestra los flujos de agua del Sistema México '68.



**Figura 2.6** Flujos de agua del Sistema México 68

### c) Sistema San Mateo

- Área de influencia

El área de influencia del Sistema San Mateo está constituido por los usuarios que habitan en las colonias que se muestran en el cuadro 2.6 que sigue:

**Cuadro 2.6** Área de influencia del Sistema San Mateo

Colonias	Población	N° de tomas
Cumbres del Himalaya	1,696	261
San Mateo Nopala	14,010	2,155
Jardines de San Mateo	10,257	1,578
Lomas de Occipaco	10,713	1,648
Total	36,675	5,642

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

De los antecedentes expuestos se concluye que el área de influencia del Sistema San Mateo abarca el 48 % del Sector IV, en términos del número de tomas.

- Oferta de agua

El sistema está compuesto de tres tanques de regulación con una capacidad total de 3,112 m<sup>3</sup>, 4 fuentes de abastecimiento de agua y una red de distribución que alimenta a 6 derivaciones. El abastecimiento total de este sistema alcanza a 102 lps de agua en bloque y a 33 lps de agua obtenida de pozos propios, siendo los flujos de alimentación y entrega del sistema los siguientes:

*Fuente 1 Captación Línea B*

Los 30 lps obtenidos de esta fuente son conducidos mediante un ducto de 8" de diámetro y de 87 lps de capacidad, al *Tanque San Mateo*.

*Fuente 2 Lomas Verdes Bajo*

Los 72 lps que son conducidos a través de un ducto de 12" al *Tanque San Mateo*, donde se mezclan con las aguas provenientes de la líneas B, totalizando 102 lps.

Del total de agua acumulada en el *Tanque San Mateo* se abastecen las siguientes derivaciones:

- ♦ *Derivación 1:* a través de un ducto de 12" con capacidad para 135 lps se envían 35 lps.
- ♦ *Derivación 2:* a través de un ducto de 12" con capacidad para 135 lps se envían 35 lps.
- ♦ *Tanque San Mateo 2:* mediante un ducto de 6" de diámetro se envía por gravedad 32 lps al *Tanque San Mateo 2* con capacidad para 430 m<sup>3</sup> del cual se abastecen dos derivaciones:
  - \* *Derivación 3:* mediante un ducto de 6" de diámetro se envían 17 lps para abastecer a los usuarios de esta derivación
  - \* *Tanque Retanas:* mediante bombeo se impulsan 15 lps a través de un ducto de 6" de diámetro al *Tanque Retanas*,

desde el cual mediante un ducto de 4" se envían 15 lps a los usuarios de esta derivación.

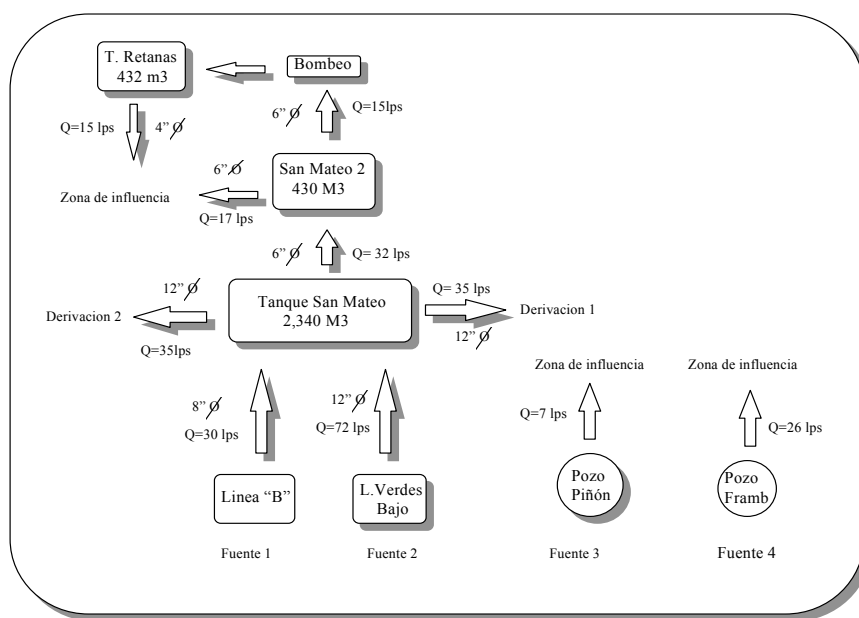
### Fuente 3 Pozo Piñón

De esta fuente se extraen 7 lps para alimentación de su derivación.

### Fuente 4 Pozo Framboyanes

De esta fuente se extraen 26 lps para abastecer su área de influencia.

En la figura 2.7 se muestra los flujos de agua del Sistema San Mateo.



**Figura 2.7** Flujos de agua del Sistema San Mateo

#### 2.2.4 Oferta total de agua potable

Sobre la base de los antecedentes antes señalados la oferta total de los sectores II, IV y VII se muestra en el cuadro 2.7. En total, se abastece a aproximadamente 425 mil habitantes facturados por el organismo de agua potable, a través de cerca de 61,000 tomas.

**Cuadro 2.7** Oferta de agua potable para los Sectores II, IV y VII en Naucalpan

Sector y Sistemas	Litros por segundo
Sector II:	831
Sistema Chamapa	487
Naucalpan Huixquilucan	375
Línea "B"	96
Pozo Artesano	16
Sistema Olímpica:	344
Tanque Chamapa	267
Línea "B"	77
Sector VII	111
Sistema Loma Colorada:	111
Tanque Olímpica	109
Línea "B"	2
Sector IV	382
Sistema Totoltepec:	110
Línea "B"	85
Manantial Las Animas	4
Pozo la Huerta	21
Sistema México 68	137
Línea "B"	107
Lomas Verdes Bajo	30
Sistema San Mateo:	135
Línea "B"	30
Lomas Verdes Bajo	72
Pozo Piñón	7
Pozo Framboyanes	26
Total sectores II, IV y VII	1,324

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

### 2.3 Demanda de agua potable

La mayor parte de los usuarios paga una cuota fija mensual y no dispone de micromedidores, razón por la cual el consumo facturado refleja parcialmente el verdadero consumo, ya que incluye solamente el consumo de aquellos usuarios que poseen micromedidor y pagan una tarifa variable. El cuadro 2.8 muestra por sistema el número de tomas con micromedición y el número de tomas sin micromedición.

**Cuadro 2.8** Tomas con y sin micromedición en el área de influencia (Junio 1996).

	Tomas con micromedición	Tomas sin micromedición	Tomas totales
Chamapa	4,185	17,862	22,047
Olímpica	3,135	14,510	17,645
México '68	1,844	981	2,825
Loma Colorada	637	8,862	9,499
Totoltepec	1,822	1,440	3,262
San Mateo	2,479	3,163	5,642
Total	14,102	46,818	60,920

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 1 al 6.

A lo anterior se agrega el hecho de que, al igual que en todo sistema de abastecimiento de agua potable, existen pérdidas de agua; éstas se definen, desde el punto de vista de los intereses de O.A.P.A.S., como el agua producida que no es cobrada. En este sistema las pérdidas son de tres tipos:

- Pérdidas físicas:* en el proceso de abastecimiento del agua potable se produce filtración, evaporación, fugas por roturas de ductos y otras situaciones que tienen como resultado que un porcentaje del agua producida no llegue al usuario final, y por tanto no se consume. Hay pérdidas físicas inevitables que obedecen a fenómenos naturales, y pérdidas físicas evitables, pues obedecen al mal estado de la red de conducción y las válvulas.
- Tomas clandestinas:* existen consumidores de agua que no se encuentran registrados como clientes de O.A.P.A.S. debido a que se han conectado a la red de agua potable en forma ilegal, consumiendo agua en forma gratuita, por lo que en términos de O.A.P.A.S. representan una pérdida de agua, pues no cobran por ella.
- Servicio Social:* existen algunos consumidores legalmente conectados al sistema como colegios, iglesias y otros, a los cuales no se les cobra dado su carácter de instituciones de servicio social. Ello significa que O.A.P.A.S. está subsidiando a este tipo de consumidores y, por tanto, desde el punto de vista de O.A.P.A.S. representan un agua por la cual no reciben ingresos y, en consecuencia, una pérdida.

Cabe destacar que el análisis anterior se ha efectuado desde el punto de vista de los intereses de O.A.P.A.S., siendo diferente el análisis desde el punto de vista social.

Por todo lo expuesto, el consumo de agua potable deberá ser estimado a partir del único dato real disponible: *consumo facturado*. A dicho valor se le agregará la estimación del consumo de los clientes sin medidor y cada uno de los tres conceptos de pérdidas, debiendo finalmente igualarse a la oferta total. En términos matemáticos, se dispondrá de una ecuación con más de una incógnita, razón por la cual deberá suponerse valores para alguna de dichas incógnitas, de tal suerte de dejar como única incógnita la disponibilidad diaria por habitante de las tomas sin micromedidor.

i) Consumo facturado

El cuadro 2.9 presenta los consumos facturados por sistema durante el periodo enero-abril de 1996.

**Cuadro 2.9** Consumo facturado en tomas con micromedición y pago variable (enero-abril 1996)

Sistema	Tomas	Metros cúbicos	Miles de pesos
Chamapa	15	6,891	57
Olímpica	31	6,648	55
México '68	1,891	238,071	594
Loma Colorada	11	2,147	15
Totoltepec	1,878	255,169	611
San Mateo	2,697	359,103	962
Total	6,523	868,029	2,294

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

Por su parte el cuadro 2.10 muestra el consumo por habitante/día de las tomas que poseen micromedidor y pagan una tarifa variable.

**Cuadro 2.10** Consumo habitante/día en tomas con micromedición y pago variable. (enero-abril 1996)

Sistema	Tomas	M <sup>3</sup> totales	Lts/hab/día	Miles \$
México '68	1,836	220,813	157	448
Totoltepec	1,855	247,869	186	551
San Mateo	2,632	330,096	158	710
Total	6,323	798,778		1,709

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

ii) Servicio social

El cuadro 2.11 presenta para cada sistema los consumos estimados por concepto de servicio social durante el periodo enero-abril de 1996. La estimación del gasto por toma fue realizada por O.A.P.A.S. sobre la base del diámetro de los ductos de conducción y el número de horas de agua entregada a cada consumidor de esta categoría; dicho consumo fue de 324 m<sup>3</sup> mensuales en promedio, que al ser amplificados por el número de tomas, se obtienen los valores del cuadro señalado.

**Cuadro 2.11** Consumo estimado para tomas de servicio social. (enero-abril 1996)

Sistema	Metros cúbicos
Chamapa	184,032
Olímpica	123,120
México '68	32,400
Loma Colorada	64,800
Totoltepec	33,696
San Mateo	33,696
Total	471,744

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

iii) Pérdidas físicas

El cuadro 2.12 presenta por sistema las pérdidas físicas del periodo enero-abril de 1996. Dicha estimación fue realizada sobre la base del 37% de pérdidas globales establecido por O.A.P.A.S. en función del estado de la red de cada sistema.

**Cuadro 2.12** Pérdidas físicas por sistema en metros cúbicos. (enero-abril 1996)

Sistema	Metros cúbicos
Chamapa	2,114,289
Olímpica	1,435,603
México '68	532,853
Loma Colorada	418,893
Totoltepec	352,017
San Mateo	462,133
Total	5,315,788

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

iv) Tomas clandestinas

El cuadro 2.13 presenta por sistema la estimación del consumo de las tomas clandestinas durante el periodo enero-abril de 1996. Dicha estimación se basó en el 8.7 % de la oferta total estimado como consumo clandestino por O.A.P.A.S..

**Cuadro 2.13** Consumo tomas clandestinas por sistema. (enero-abril 1996)

Sistema	Metros cúbicos
Chamapa	145,901
Olímpica	87,149
México '68	517,960
Loma Colorada	112,016
Totoltepec	271,277
San Mateo	61,437
Total	1,195,740

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

Por su parte el cuadro 2.14 muestra el consumo por habitante día de las tomas de esta categoría.

**Cuadro 2.14** Consumo litros/habitante/día para las tomas clandestinas. (enero-abril 1996)

Sistema	Litros/habitante/día
Chamapa	214.9
Olímpica	251.6
México '68	138.6
Loma Colorada	96.3
Totoltepec	81.7
San Mateo	282.9

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

v) Tomas sin medidor

El cuadro 2.15 presenta desglosado por sistema la estimación del consumo de las tomas sin medidor durante el periodo enero-abril 1996. Dicha estimación fue realizada, de acuerdo al procedimiento señalado, por el equipo evaluador, a través de compatibilizar la producción total del periodo con el consumo total.

**Cuadro 2.15** Consumo no facturado sobre base variable por sistema. (enero-abril 1996)

Sistema	Metros cúbicos
Chamapa	2,668,231
Olímpica	1,962,563
México '68	118,859
Loma Colorada	568,976
Totoltepec	114,129
San Mateo	442,847
Total	5,875,605

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

Por su parte el cuadro 2.16 muestra el consumo total por habitante día de las tomas de esta categoría, variable fundamental para el análisis y evaluación del proyecto.

**Cuadro 2.16** Consumo en litros/habitante/día para tomas con cargo fijo. (Enero-abril 1996)

Sistema	Litros/habitante/día
Chamapa	132.7
Olímpica	140.9
México '68	104.5
Loma Colorada	75.9
Totoltepec	67.8
San Mateo	143.7

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.. Anexos 7 al 12.

## 2.4 Tarificación

El sistema de tarificación aplicado es el siguiente por tipo de consumidor:

### 2.4.1 Consumo doméstico

Como se señaló existen dos formas de tarificación: cargo variable y cargo fijo.

- a) *Cargo variable*: se aplica uniformemente a todos aquellos consumidores que poseen micromedidor, con excepción de los clientes del grupo *popular*, quienes aunque dispongan de micromedidor, sólo pagan por acuerdo Municipal un cargo fijo. El precio por m<sup>3</sup> es creciente en función del consumo. El cuadro 2.17 presenta las tarifas bimestrales vigentes a junio de 1996.

**Cuadro 2.17** Tarifas bimestrales vigentes para usuarios domésticos y cargo variable. (1996).

Consumo en metros cúbicos				Pesos por m <sup>3</sup>
De	0.00	Hasta	25	0.88
De	25.01	Hasta	50	1.41
De	50.01	Hasta	85	1.85
De	85.01	Hasta	100	2.30
De	100.01	Hasta	135	3.16
De	135.01	Hasta	165	3.95
De	165.01	Hasta	480	4.30
De	480.01	En adelante		4.83

Fuente: Ley de Hacienda Municipal del Estado de México.

- b) *Cargo fijo*: el monto del cargo fijo a pagar bimestralmente varía según tipo de consumidor: consumidores con toma de 13 mm, popular, residencial medio, residencial alto, y consumidores con toma de 19 mm a 26 mm. Los cargos fijos a pagar bimestralmente por usuarios domésticos sin medidor se detallan en el cuadro 2.18.

**Cuadro 2.18** Cargo bimestral para las tomas domésticas sin medidor. (1996).

Tipo de toma	Cargo en pesos
Diámetro de la toma 13 mm.	
Popular	75
Residencial medio	225
Residencial alta	675
Cuando la toma sea de 19 mm.	1,350
Hasta 26 mm.	

Fuente: Ley de Hacienda Municipal del Estado de México.

#### 2.4.2 Consumo no doméstico

Igualmente existen dos formas de tarificación: cargo variable y cargo fijo.

- a) *Cargo variable*: se aplica uniformemente a todos aquellos consumidores que poseen micromedidor, variando el precio por m<sup>3</sup> en función del consumo. El cuadro 2.19 presenta las tarifas bimestrales vigentes a junio de 1996.

**Cuadro 2.19** Tarifas bimestrales para usuarios no domésticos y cargo variable. (1996).

Consumo en metros cúbicos				Pesos por m <sup>3</sup>
De	0.00	Hasta	25	1.93
De	25.01	Hasta	50	2.90
De	50.01	Hasta	85	3.86

De	85.01	Hasta	100	4.73
De	100.01	Hasta	135	6.50
De	135.01	Hasta	165	8.08
De	165.01	Hasta	480	8.88
De	480.01	En adelante		10.01

Fuente: Ley de Hacienda Municipal del Estado de México.

- b) *Cargo fijo*: el monto del cargo fijo a pagar bimestralmente varía según el diámetro del tubo de entrada.

El cuadro 2.20 presenta las tarifas mensuales vigentes a junio de 1996 para usuarios no domésticos sin medidor.

**Cuadro 2.20** Cargo mensual para las tomas no domésticas sin medidor. (1996).

Tipo de toma		Cargo en pesos
Diámetro en mm. del tubo de entrada		
Hasta	13	175
Hasta	19	2,312
Hasta	26	3,778
Hasta	32	5,646
Hasta	39	7,059
Hasta	51	11,921
Hasta	64	17,773
Hasta	75	26,112

Fuente: Ley de Hacienda Municipal del Estado de México.

## 2.5. Costos de abastecimiento

Según se señaló, el área en estudio se compone de 6 sistemas independientes en términos de la captación, conducción y usuarios que abastecen, cada uno de los cuales genera un costo de abastecimiento diferente.

La estructura de costos en función de la producción de agua potable de estos seis sistemas, basado en otras experiencias similares disponibles, se puede aproximar, al nivel de perfil, a la siguiente:

- Energía eléctrica 100 % variable.
- Mano de obra: se ha estimado que un 15% es variable y el 85% es fijo.
- Costos de mantenimiento y servicios: se ha estimado que es un 50% variable y el otro 50% es fijo.

- iv) Insumos: 100% variables en cuanto corresponden a cloro y al pago a la Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento del Estado de México (C.E.A.S.) por m<sup>3</sup> de agua extraído.
- v) Gastos de administración: son 100% fijos.

Para determinar los costos de abastecimiento de los seis sistemas se procesó la información contable y se organizó en los siguientes centros de costos: extracción de pozos; estaciones de rebombeo; mantenimiento a las redes primaria y secundaria; gastos de administración; agua en bloque. El anexo 13 contiene el detalle de los costos por centro.

Los costos de abastecimiento por sistema son:

a) Sistema Chamapa

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 160,621. La producción en 1995 alcanzó a 15.35 millones de m<sup>3</sup> (17% del total), incurriéndose en los costos de operación privados señalados en el cuadro 2.21.

**Cuadro 2.21** Producción y costos privados del Sistema Chamapa (\$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Total Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
79,549	618,432	445,580	13,725,473	8,210,330	15,358,032	1.5028	0.9194
0.34%	3%	2%	59%	36%			

Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

b) Sistema Olímpica

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 122,964. La producción en 1995 alcanzó a 10.84 millones de m<sup>3</sup> (11% del total), incurriéndose en los costos de operación privados presentados en el cuadro 2.22.

**Cuadro 2.22** Producción y costos privados del Sistema Olímpica ( \$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Tot. Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
0	265,476	338,316	9,695,201	4,570,383	10,848,384	1.3707	0.9130

0% 1.79% 2.28% 65.20% 30.74%

Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

c) Sistema Loma Colorada

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 62,784. La producción en 1995 alcanzó a 3.5 millones de m<sup>3</sup> (3.5% del total), incurriéndose en los costos de operación privados indicados en el cuadro 2.23.

**Cuadro 2.23** Producción y costos privados del Sistema Loma Colorada ( \$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Total Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
148,231	146,040	385,018	3,128,393	3,365,588	3,500,496	2.0492	0.9973
2%	2%	5%	44%	47%			

Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

d) Sistema Totoltepec

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 21,204. La producción en 1995 alcanzó a 3.07 millones de m<sup>3</sup> (3.13% del total), incurriéndose en los costos de operación privados que muestra el cuadro 2.24.

**Cuadro 2.24** Producción y costos privados del Sistema Totoltepec ( \$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Total Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
66,467	228,168	260,390	2,555,571	1,880,271	3,078,864	1.6210	0.9050
1%	5%	5%	51%	38%			

Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

e) Sistema México '68

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 19,121. La producción en 1995 alcanzó a 4.32 millones de m<sup>3</sup> ( 4.4% del total), incurriéndose en los costos de operación privados presentados en el cuadro 2.25.

**Cuadro 2.25** Producción y costos privados del Sistema México '68  
( \$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Total Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
781,818	117,120	301,133	3,861,170	2,637,845	4,320,432	1.7820	1.1136
10%	2%	4%	50%	34%			

Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

f) Sistema San Mateo

Los usuarios abastecidos por este sistema alcanzan una cifra de 36,675. La producción en 1995 alcanzó a 4.07 millones de m<sup>3</sup> (4.15% del total), incurriéndose en los costos de operación privados indicados en el cuadro 2.26.

**Cuadro 2.26** Producción y costos privados del sistema San Mateo  
( \$/año)

Energía Eléctrica	Mano de Obra	Mtto. y Serv.	Insumos	Gastos Admón.	Produc. (m <sup>3</sup> /año)	Costo Total Medio	Costo Variable Medio (\$/m <sup>3</sup> )
214,717	199,248	298,116	3,024,119	2,489,975	4,077,648	1.5269	0.8382
9%	3%	5%	46%	38%			

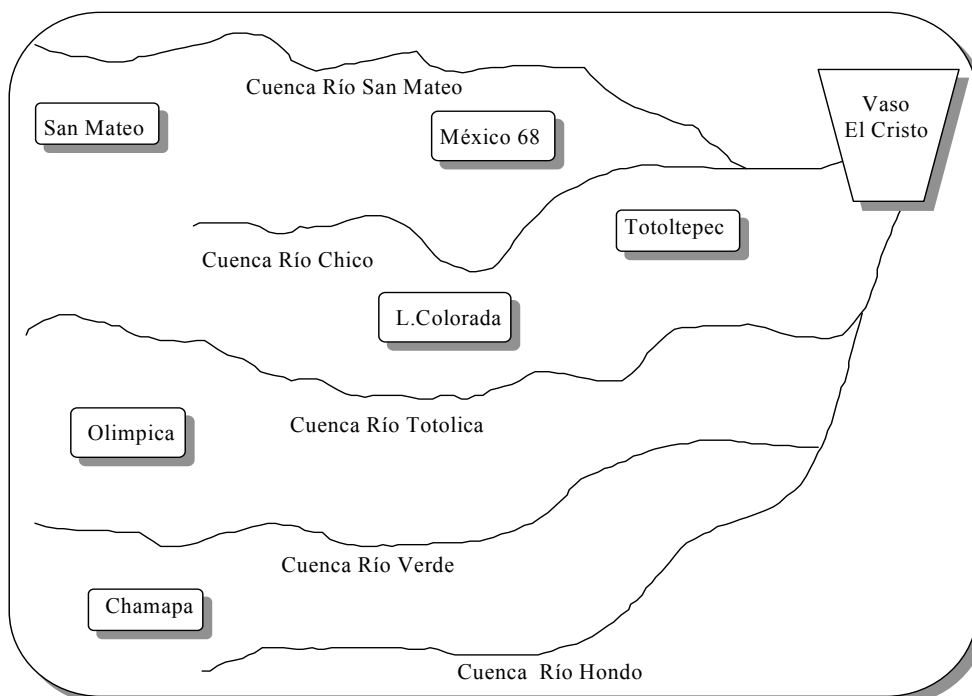
Fuente : Elaborado con información de la Dirección de O.A.P.A.S.. Detalle en anexo 13, 14.

## 2.6 Sistema de drenaje y disposición final de aguas residuales

La evacuación de las aguas residuales de la zona urbana de Naucalpan se realiza mediante descarga a los afluentes del municipio, siendo éstos la cuenca del Río Hondo, la cuenca del Río Verde, la cuenca del Río Totolica, la cuenca del Río Chico y la cuenca del Río San Mateo, para finalmente converger en un punto denominado el Vaso del Cristo que realiza la función de cuerpo de regulación final.

La red de drenaje de la zona urbana de Naucalpan se divide en sectores, cada uno de los cuales evacua las aguas residuales de un determinado número de colonias hacia una o varias de las cuencas mencionadas con anterioridad; en este estudio sólo interesará la evacuación de aguas residuales generadas por los sectores II, IV y VII.

En la figura 2.8 se muestran las cuencas de la zona urbana de Naucalpan.



**Figura 2.8** Cuencas hidrológicas de la zona urbana de Naucalpan

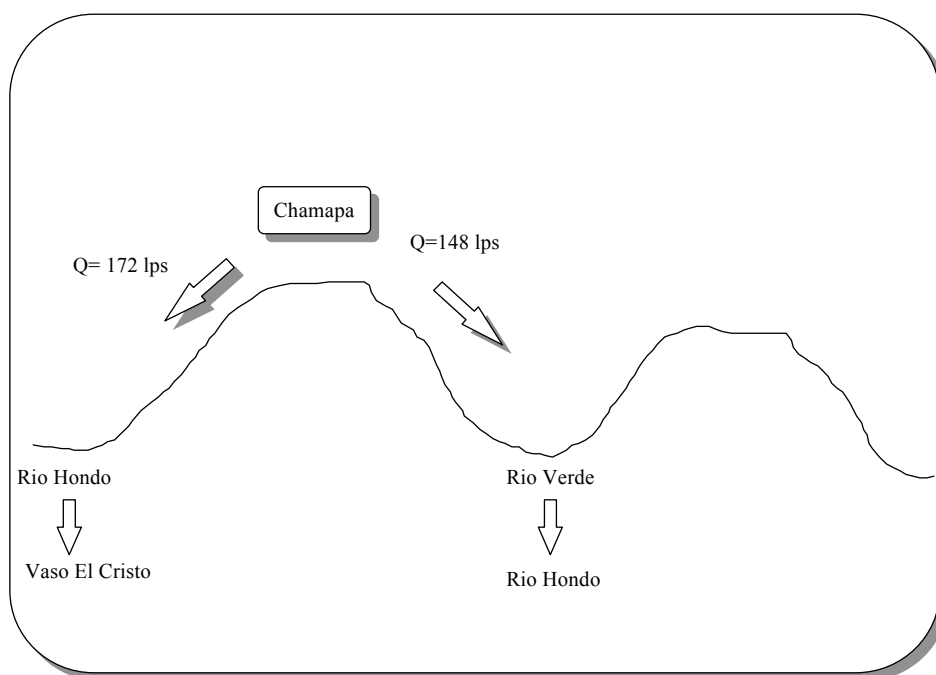
### 2.6.1 Sector II

El Sector II, según se señaló, está compuesto por los Sistemas Chamapa y Olímpica, cada uno de los cuales capta y desaloja las aguas residuales de las colonias que abastecen, siendo sus características las que siguen:

#### a) Red de drenaje Sistema Chamapa

El Sistema Chamapa se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada por estos colectores es de 51 lps para la colonia con el mayor número de habitantes y de 0.5 lps para la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia las cuencas del Río Hondo y Río Verde, a través de las cuales se realiza el desalojo de las aguas residuales.

En la figura 2.9 se presenta un esquema de los flujos de drenaje del Sistema Chamapa.



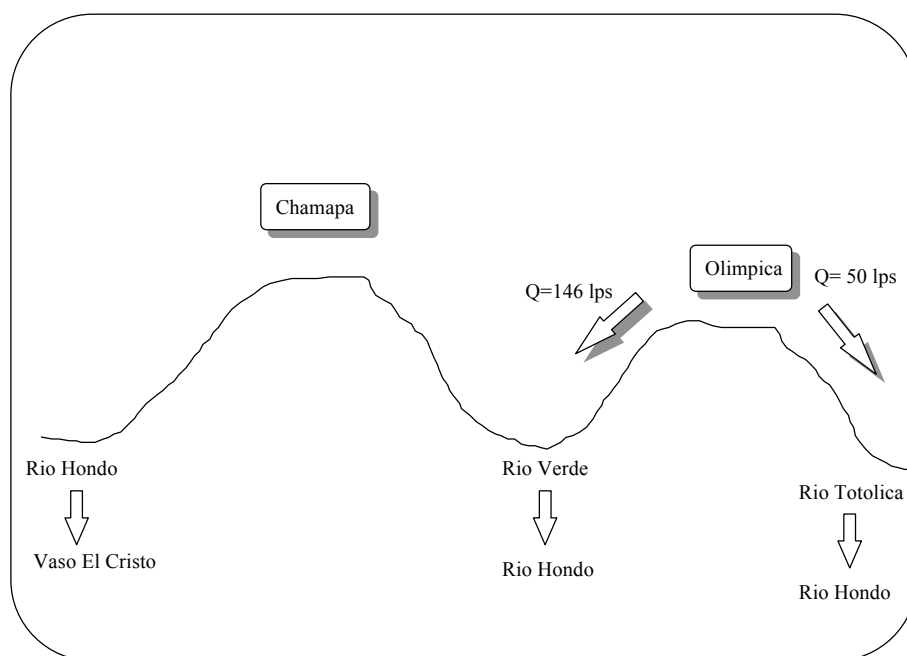
**Figura 2.9** Flujos de drenaje del sistema Chamapa

#### b) Red de drenaje Sistema Olímpica

El Sistema Olímpica se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada de estos colectores es de 43 lps en la colonia con mayor número de habitantes y de 1.13 lps en la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia las cuencas del Río Verde y Río Totolica.

La aportación de aguas residuales de este sistema hacia las cuencas mencionadas es de 146 lps, para la cuenca del Río Verde y de 50 lps para la cuenca del Río Totolica.

En la figura 2.10 se presenta un esquema de los flujos de drenaje del Sistema Olímpica.



**Figura 2.10** Flujos de drenaje del sistema Olímpica

### 2.6.2 Sector VII

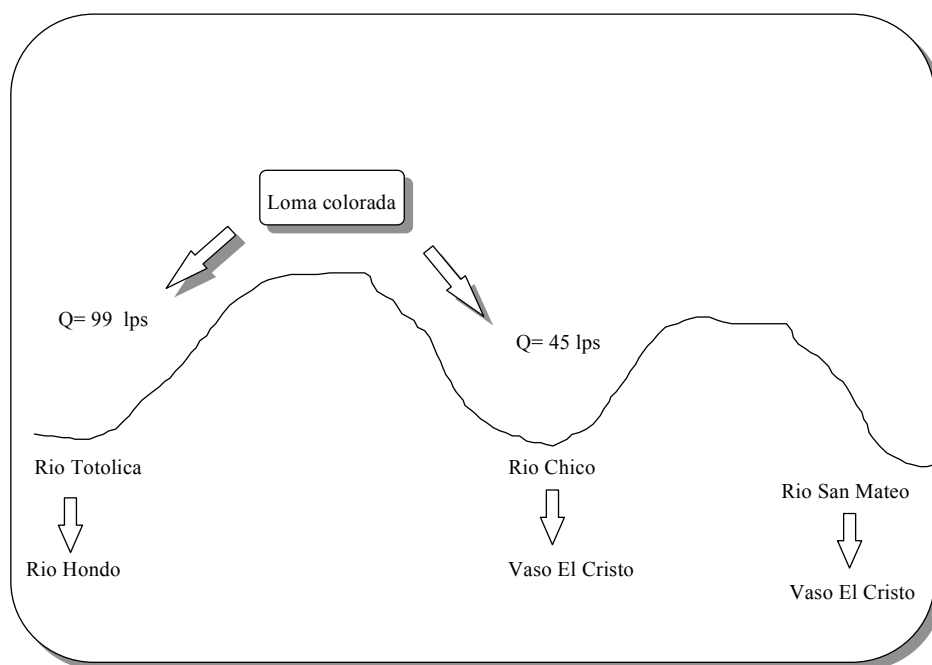
El Sector VII esta compuesto solamente por el Sistema Loma Colorada, el cual capta y desaloja las aguas negras de las colonias que abastece.

#### a) Red de drenaje Sistema Loma Colorada

El Sistema Loma Colorada se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada de estos colectores es de 46 lps en la colonia con mayor número de habitantes y de 0.07 lps en la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia las cuencas del Río Totolica y la cuenca del Río Chico.

La aportación de aguas residuales de este sistema hacia las cuencas mencionadas es de 99 lps, para la cuenca del Río Totolica y de 45 lps para la cuenca del Río Chico.

En la figura 2.11 se presenta un esquema de los flujos de drenaje del Sistema Olímpica.



**Figura 2.11.** Flujos de drenaje del sistema Loma Colorada

### 2.6.3 Sector IV

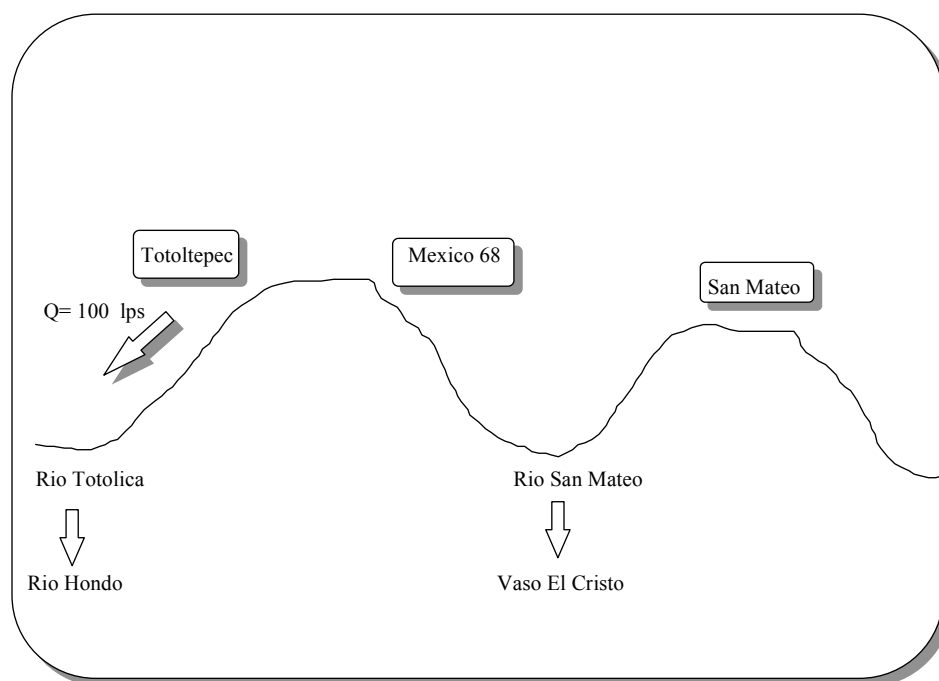
El Sector IV está compuesto por los Sistemas Totoltepec, México 68 y San Mateo cada uno de los cuales capta y desaloja las aguas residuales de las colonias que abastecen.

#### a) Red de drenaje Sistema Totoltepec

El Sistema Totoltepec se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada de estos colectores es de 11 lps en la colonia con mayor número de habitantes y de 0.26 lps en la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia la cuenca del Río Chico.

La aportación de aguas residuales de este sistema hacia la cuenca del Río Chico es de 100 lps.

En la figura 2.12 se presenta un esquema del flujo de drenaje del Sistema Totoltepec.



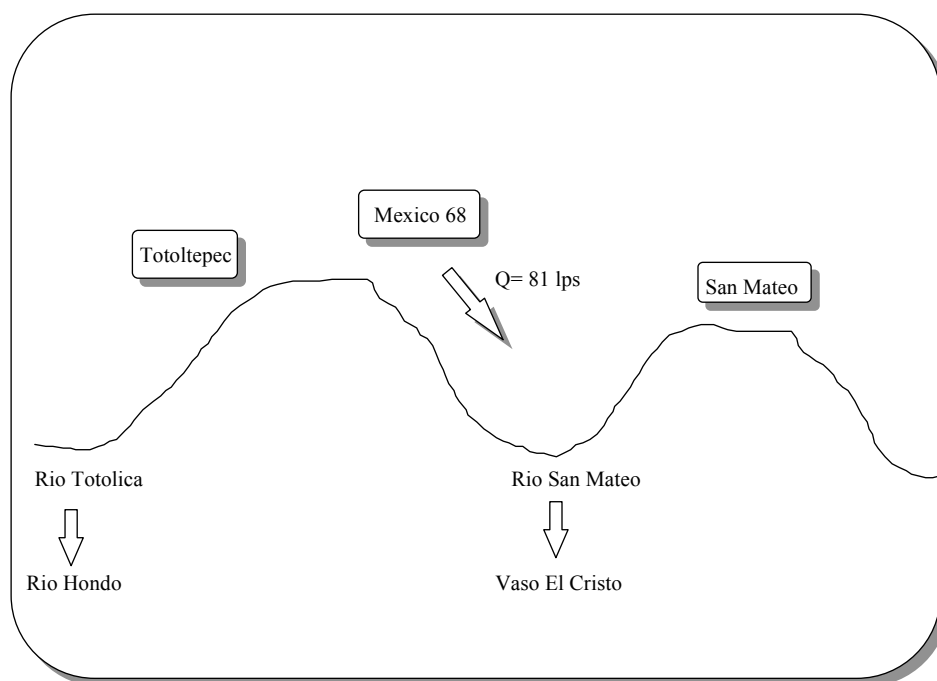
**Figura 2.12** Flujo de drenaje del sistema Totoltepec

b) Red de drenaje Sistema México '68

El Sistema México 68 se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada de estos colectores es de 20 lps en la colonia con mayor número de habitantes y de 1.5 lps en la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia la cuenca del Río San Mateo.

La aportación de aguas residuales de este sistema hacia la cuenca del Río San Mateo es de 81 lps.

En la figura 2.13 se presenta un esquema del flujo de drenaje del Sistema México '68.



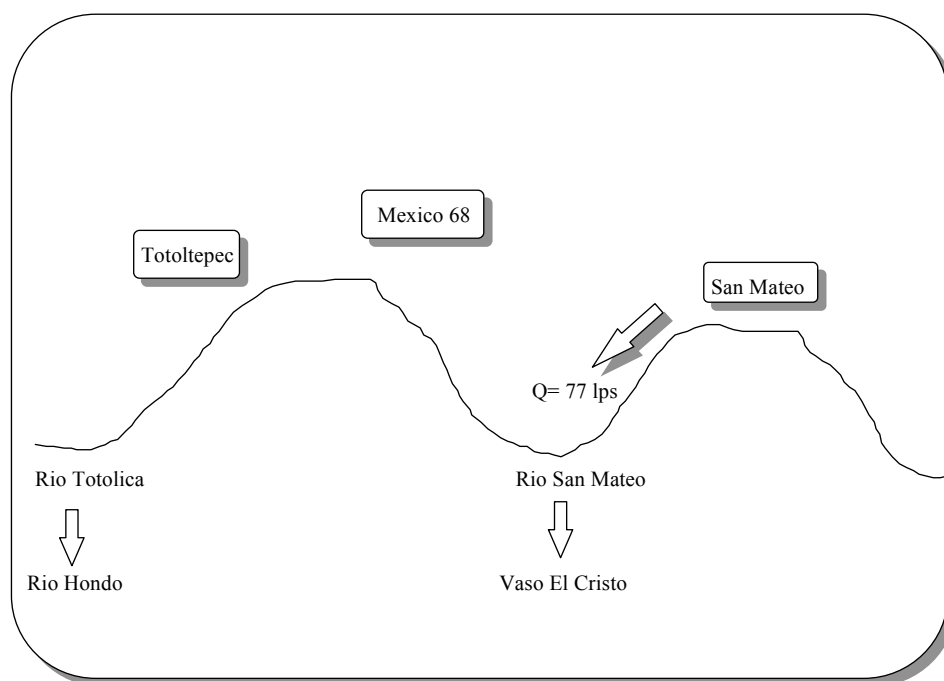
**Figura 2.13** Flujo de drenaje del sistema México '68

c) Red de drenaje Sistema San Mateo

El Sistema San Mateo se compone de una red de colectores en peine con tubería de 45 y 38 cm de diámetro con una capacidad de conducción de 477 y 340 lps respectivamente; la capacidad utilizada de estos colectores es de 21 lps para la colonia con el mayor número de habitantes y de 3.18 lps para la colonia con el menor número de habitantes; estos colectores descargan hacia la cuenca del Río San Mateo.

La aportación de aguas residuales de este sistema hacia la cuenca del Río San Mateo es de 77 lps.

En la figura 2.14 se presenta un esquema del flujo de drenaje del Sistema San Mateo.



**Figura 2.14** Flujo de drenaje del Sistema San Mateo.

#### 2.6.4 Captación Total de Aguas Negras

Sobre la base de los antecedentes antes señalados, la aportación total de aguas negras hacia las cuencas que conforman la red de saneamiento de la zona urbana de Naucalpan se muestra en el cuadro 2.27.

**Cuadro 2.28** Captación Total de Aguas Negras

Sistema	Población	Consumo (lps)	Aportación (lps)
Sistema Chamapa	160,621	487	390
Sistema Olímpica	122,964	344	275
Sistema Loma Colorada	62,784	111	89
Sistema Totoltepec	21,204	110	88
Sistema México 68	19,121	137	110
Sistema San Mateo	36,675	135	108
<b>Total</b>	<b>423,369</b>	<b>1,324</b>	<b>1,060</b>

Fuente : Elaboración propia sobre la base de antecedentes proporcionados por la Dirección de O.A.P.A.S.

## 2.7 Diagnóstico de la situación actual

Sobre la base de los antecedentes antes expuestos, las conclusiones principales que se derivan son las siguientes:

- i) El consumo se encuentra restringido por la escasez de oferta de agua, ya que parte significativa de los usuarios se encuentran con una dotación día inferior a los 100 lhd, valor que puede estimarse como el consumo mínimo que requiere una persona para su normal desempeño y desarrollo, según el concepto de Necesidades Básicas.
- ii) Los niveles de pérdidas por fugas en la red, consumo clandestino y servicio social representan niveles que exceden significativamente a aquéllos que podrían considerarse como los de un nivel de eficiencia. Se observa aquí un amplio campo para mejorar la gestión de O.A.P.A.S., situación que ha sido comprendida por su Dirección, existiendo varios programas en desarrollo en este sentido.
- iii) El sistema de tarificación aplicado se basa fundamentalmente en el cobro de una cuota fija, lo que tiene algún fundamento en un sistema que presenta un severo tandeo. Las futuras ampliaciones de oferta que reduzcan o eliminen el tandeo requieren de un sistema de tarificación en función del consumo, pues de lo contrario se produciría derroche de agua con sus consecuentes pérdidas sociales y para O.A.P.A.S..
- iv) Las capacidades instaladas de las conducciones y redes de agua potable y de drenaje exceden los flujos de agua potable y aguas residuales respectivamente que actualmente se presentan. Por tanto existe capacidad disponible de conducción para futuras ampliaciones de agua potable y el consiguiente incremento en las aguas residuales.